

Manufacturing method for esp. internal geared wheels uses modified extrusion process with active medium support

Patent number: DE10021189
Publication date: 2001-01-25
Inventor: HAUK STEFAN [DE]
Applicant: HAUK STEFAN [DE]
Classification:
- **international:** B21K1/30; B21J5/12
- **european:** B21J5/04; B21J5/12; B21J13/02; B21K1/30
Application number: DE20001021189 20000503
Priority number(s): DE20001021189 20000503; DE19991020422 19990504

Abstract of DE10021189

The fabrication is by forming process, mainly by linear movement and with active medium support, with low complexity and short out times. The active medium is pref. high pressure-resistant lubricant. The linear movement of a stamp die is regulated so that the pressure of the medium is at a previously defined min. value. Series production takes places without any filling stages. At the end of the process, the pressure chamber is removed generating metallic contact faces, for calibration of the formed part by application of a defined force. The forming tool has a mandrel (1) and cup-shaped dies (5,a) in a cylindrical chamber with pressure chambers (9,10,a), which are varied during the forming process. The chambers are not completely sealed, so that leakage flows are possible into a container (6), which contains the tool and which is filled to a set level (4) by the active medium.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USFTO)



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 21 189 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 21 K 1/30
B 21 J 5/12

⑲ Aktenzeichen: 100 21 189.5
⑳ Anmeldetag: 3. 5. 2000
㉓ Offenlegungstag: 25. 1. 2001

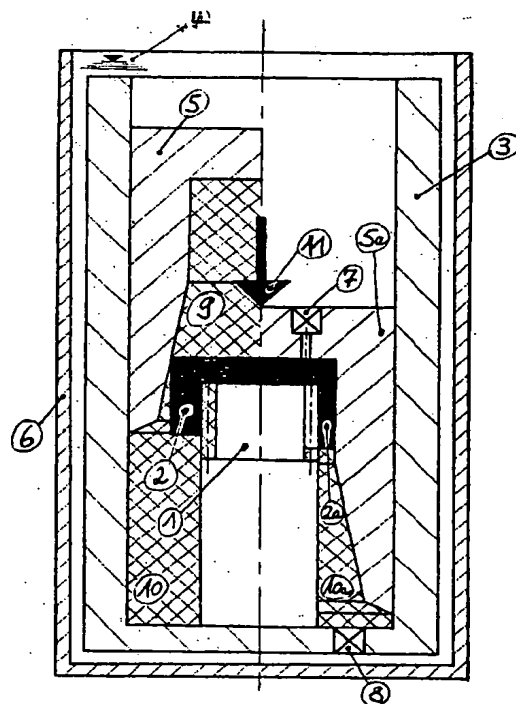
⑥⑥ Innere Priorität:
199 20 422. 5 04. 05. 1999

⑦① Anmelder:
Hauk, Stefan, Dr.-Ing., 64295 Darmstadt, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑥④ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Bauteilen mit Verzahnungen, insbesondere innenverzahnten Hohlrädern
- ⑥⑦ Zur Herstellung von napf- oder ringförmigen metallischen Werkstücken (2a), die am Umfang des zylindrischen Bereichs, außen- oder innenliegend, eine Verzahnungs- oder Vielkeilwellengeometrie aufweisen, insbesondere von innenverzahnten Hohlrädern, wird ein napf- oder ringförmiges Rohteil (2) durch einen napfförmigen Stempel (5) mittels einer linearen Wirkbewegung und wirkmedienunterstützt umgeformt. Im Prozeß entstehen Druckkammern veränderlicher Größe (9, 10, 10a), deren Leckströme in einen Behälter (6) münden, in dem die gesamte Konfiguration angeordnet ist. Das unter hydrostatischem Druck sowie gegebenenfalls unter Ultraschall-Überlagerung stehende Wirkmedium verringert die tribologische und mechanische Beanspruchung des Matrizendorns (1) und trägt zu einer Steigerung des Formänderungsvermögens bei.



DE 100 21 189 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von napfförmigen oder ringförmigen metallischen Werkstücken, die am Umfang des zylindrischen Bereichs, außen- oder innenliegend, eine Verzahnungs- oder Vielkeilwellengeometrie aufweisen, insbesondere von innenverzahnten Hohlrädern, die wahlweise gerad- oder schrägverzahnt sind und umformtechnisch entweder Net-Shape oder Near-Net-Shape gefertigt werden.

Solche napfförmigen oder ringförmigen Bauteile, für die innenverzahnte Hohlräder mit Laufverzahnungen typische Ausführungsbeispiele darstellen, werden herkömmlich durch spanabhebende Verfahren gefertigt, was mit verhältnismäßig großem Aufwand verbunden ist. Ein Verfahren und die zugehörige Vorrichtung zur umformtechnischen Fertigung von Innen-Steckverzahnungen wird in DE 197 50 184 A1 beschrieben. Beispielhaft wird als Werkstückwerkstoff der Baustahl St-37 (nach DIN 1220) angeführt. Die umformtechnische Fertigung erfolgt in einem modifizierten Hohl-Vorwärts-Fließpressen unter den Bedingungen der Kaltumformung.

Neben dem herkömmlichen Fließpressen ist das Fließpressen mit Wirkmedien prinzipiell bekannt [vgl.: Lange, K.: Umformtechnik, Handbuch für Industrie und Wissenschaft, Bd. 2 Massivumformung, 2. Aufl. Berlin [u. a.]: Springer-Verlag, 1988, S. 499] und unterscheidet sich gemäß des genannten Lehrbuchs gegenüber dem herkömmlichen Fließpressen darin, daß die Preßkraft über ein hochgespanntes Druckmedium anstelle eines formsteifen Stempels übertragen wird. Aufgrund der problematischen Abdichtung der Druckkammer, den großen Nebenzeiten und den erforderlichen Vorbereitungsmaßnahmen an Matrice und Werkzeug wird das Verfahren bisher jedoch nicht in der Massenfertigung eingesetzt.

Zur umformtechnischen Fertigung von innenverzahnten Bauteilen aus härtesten Werkstückwerkstoffen werden unterschiedliche Verfahrensvarianten des Drückwalzens sowie zugehörige Vorrichtungen in verschiedenen Schriften beschrieben. Beispielsweise beschreibt DE 196 36 567 A1 ein Verfahren zum Herstellen eines Getriebeteils mit Innenverzahnung, bei dem ein topfförmiges Werkstück zwischen einem Andrückelement und einem Werkzeugdorn mit Außenverzahnung eingespannt und im Zylinderbereich der Vorform während deren Rotation mit mindestens einer Drückwalze bearbeitet wird. DE 198 30 817 A1 beschreibt ein Verfahren zum Umformen eines Werkstücks durch Drückwalzen, daß mit mehreren, gleichmäßig am Umfang verteilten Wälzkörpern und einer zugehörigen Vorrichtung arbeitet.

Allen umformtechnischen Verfahren zur Herstellung von Innenverzahnungen ist gemeinsam, daß die außenverzahnten Matrizendorne großen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Insbesondere im Fall härtester Werkstückwerkstoffe, die zur Herstellung von Laufverzahnungen geeignet sind, ist deshalb die Standzeit dieser Matrizendorne vergleichsweise gering. Ferner ist die endkonturnahe Umformung der Werkstücke bei der Verwendung härtester Werkstoffe schwierig.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung innenverzahnter Bauteile so auszubilden, daß eine endkonturnahe Umformung mit hoher Werkstückgenauigkeit und unter möglichst geringer Beanspruchung des notwendigen Matrizendorns erfolgen kann. Vor dem Hintergrund eines wirtschaftlichen industriellen Einsatzes ist die Minimierung der Vorbereitungszeiten sowie der fertigungstechnisch bedingten Nebenzeiten eine weitere Aufgabe der Erfindung.

Diese Aufgaben werden durch ein modifiziertes Fließpreßverfahren gelöst, bei dem der Prozeß wirkmedienunterstützt durchgeführt wird. Fig. 1 zeigt die Verfahrensanordnung schematisch. Dabei stellen die Elemente links der vertikalen Symmetrielinie die Konfiguration unmittelbar vor der Umformung und die Elemente rechts die Konfiguration nach erfolgter Umformung dar. Auf einen Matrizendorn (1) wird dazu ein napfförmiges Rohteil (2) aufgesteckt, so daß diese beiden Elemente während des Prozesses eine möglichst geringe Relativbewegung zueinander aufweisen. In einem alternativen Anwendungsfall kann das Werkstück auch eine ringförmige Geometrie aufweisen. Matrizendorn und Rohteil befinden sich mit vorzugsweise vertikal orientierten Längsachsen in einem vorzugsweise zylindrischen Hohlraum (3), welcher vorzugsweise mit einer geeigneten Armierung versehen ist. Koaxial zu Matrizendorn und napf- bzw. ringförmigem Rohteil wirkt ein vorzugsweise napfförmiger Stempel (5, 5a), dessen kleinster Innendurchmesser kleiner als der anfängliche Außendurchmesser des Rohteils und genauso groß wie der bei Prozeßende zu erzielende Außendurchmesser des innenverzahnten Bauteils ist. Der napfförmige Stempel ist im inneren Bereich außerdem durch einen kegelförmigen Bereich mit einem vorzugsweise kleinen Öffnungswinkel gekennzeichnet. Der Außendurchmesser des vorzugsweise napfförmigen Stempels (5) ist genauso groß wie der Innendurchmesser des zylindrischen Hohlraums (3).

Im Prozeß wird der napfförmige Stempel koaxial, relativ zu Matrizendorn und Rohteil bewegt, wobei er mit dem Rohteil in direktem Kontakt steht. Diese Wirkbewegung muß derart erfolgen, daß der Druck des Wirkmediums einen vorab definierten Mindestwert über den einzelnen Prozeßphasen einnehmen kann und auftretende Leckströme in den Trennfugen kompensiert werden. Das Verfahrenskonzept sieht demnach keine vollständige Abdichtung der konstruktionsbedingt entstehenden Druckkammern (9, 10, 10a, in Fig. 1 kreuzschraffiert) vor, sondern eine definierte Kompensation des durch Leckströme verursachten Druckabfalls mittels einer geeignet geführten Bewegung der Aktivelemente.

Alle Leckströme führen in einen vorzugsweise zylindrischen Behälter (6), in dem sich die gesamte Anordnung befindet und der bis zu einer definierten Höhe (4) mit dem Wirkmedium befüllt ist. Weiterhin ermöglichen Drucksensoren (7, 8) in den unterschiedlichen Druckkammern (9, 10, 10a, in Fig. 1 kreuzschraffiert) und Druckbegrenzungsventile (ebenfalls 7, 8), vorzugsweise in Verbindung mit einem geeigneten Regelalgorithmus und aktorischen Stellelementen, eine Druckbegrenzung auf vordefinierte Werte in den einzelnen Prozeßphasen.

Zum Prozeßende verschwindet die Druckkammer (9), so daß zwischen Matrizendorn, Werkstück und Stempel der größtmögliche metallische Kontakt entsteht. Zu diesem Zeitpunkt kann durch eine definierte Preßkraft ein Kalibriervorgang an dem gefertigten, innenverzahnten Werkstück (2a) erfolgen.

Zur günstigen umformtechnischen Prozeßführung bei schrägverzahnten Bauteilen ist eine der koaxialen, linearen Wirkbewegung überlagerte Drehbewegung, relativ zwischen Stempel und Werkstück möglich, die entweder durch die Preßkraft der Umformmaschine (11) und eine geeignete Konstruktion oder aber durch ein externes Aggregat erzeugt werden kann.

Das Wirkmedium, vorzugsweise ein hochdruckfester Schmierstoff, hat die Aufgabe Werkzeugelemente und Werkstück voneinander zu trennen, so daß kein direkter, vollständiger metallischer Kontakt entsteht und möglichst günstige tribologische Beanspruchungsbedingungen erzielt

werden. Weiterhin trägt der hydrostatische Druck zu einer Stabilisierung der Werkzeugelemente und somit zu einer Verringerung der durch die Umformung bedingten, mechanischen Beanspruchung bei. Ferner steigert ein überlagerter hydrostatischer Druck das Umformvermögen des Werkstückwerkstoffs. Eine durch die Überlagerung erzielbare, homogene Umformung stellt außerdem günstige Bedingungen für eine sich der Umformung anschließende Wärmebehandlung dar. Die Prozeßführung erfolgt vorzugsweise bei Raumtemperatur. Zur Erhöhung des Formänderungsvermögens bei gleichzeitiger Herabsetzung der notwendigen Umformkräfte ist auch eine Prozeßführung bei höheren Temperaturen denkbar. Gleichwohl kann eine geeignete Umwälzpumpe in Verbindung mit Erwärmungs- und Kühlaggregaten für eine Temperierung des Wirkmediums und somit für die Erzielung isothermer Bedingungen in der industriellen Serienfertigung eingesetzt werden.

Da beim beschriebenen Verfahren keine Bearbeitung von Dichtflächen am Werkstück erforderlich sind, keine vollständige Abdichtung der Druckkammer erfolgen muß und Befüllungsvorgänge durch die Werkzeuganordnung in einem geeigneten, mit dem Wirkmedium befüllten Hohlraum entfallen, werden Vorbereitungs- und Nebenzeiten sowie der konstruktive Aufwand minimiert, so daß günstige Voraussetzungen für einen industriellen Einsatz gebildet werden.

Eine der in Fig. 1 gezeigten Anordnung im Prinzip ähnliche Konfiguration kann zur umformtechnischen Herstellung außenverzahnter, napf- oder ringförmiger Bauteile Anwendung finden. Dabei handelt es sich im wesentlichen um das gleiche Verfahrenskonzept, bei dem lediglich die Aufgaben von Matrizen und Stempel zu vertauschen sind.

Ferner kann der Umformprozeß auch mit einer Überlagerung von Ultraschall stattfinden.

Die Erfindung betrifft auch die bereits in Fig. 1 gezeigte und oben beschriebene Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von napf- oder ringförmigen metallischen Werkstücken (2a), die am Umfang des zylindrischen Bereichs, außen- oder innenliegend, eine Verzahnungs- oder Vielkeilwellengeometrie aufweisen, insbesondere von innenverzahnten Hohlräumen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Herstellung umformtechnisch, im wesentlichen durch eine lineare Wirkbewegung und wirkmedienunterstützt erfolgt und geringe Komplexität sowie kleine Nebenzeiten im Vordergrund stehen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die lineare Wirkbewegung des Stempels so erfolgt, daß der Druck des Wirkmediums einen vorab definierten Mindestwert einnehmen kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Serienfertigung keine Befüllungsvorgänge erfolgen müssen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zum Prozeßende durch ein Verschwinden der Druckkammer (9) und durch auf diese Weise entstehende metallischen Kontaktflächen eine Kalibrierung des umgeformten Werkstücks durch die Beaufschlagung einer definierten Kraft erfolgen kann.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, im wesentlichen bestehend aus Matrizen- oder napfförmigem Stempel (5, 5a), angeordnet in einem zylindrischen Hohlraum (3) mit im Verlauf der Umformung veränderlichen Druckkammern (9, 10,

10a), dadurch gekennzeichnet, daß keine vollständige Abdichtung der Druckkammern erfolgt, sondern Leckströme möglich sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle entstehenden Leckölströme in einen Behälter (6) führen, in dem sich die gesamte Anordnung befindet und der bis zu einer definierten Höhe (4) mit dem Wirkmedium befüllt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in sämtlichen entstehenden Druckkammern (9, 10, 10a) durch jeweils mindestens einen Drucksensor (7, 8) überwacht und durch jeweils mindestens ein Druckbegrenzungsventil (ebenfalls 7, 8) begrenzt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, die mit einem geeigneten Wirkmedium, vorzugsweise hochdruckfestem Schmierstoff, derart befüllt ist, daß alle Aktivelemente vollständig benetzt sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der linearen Wirkbewegung eine Drehbewegung, relativ zwischen Stempel und Werkstück überlagert werden kann.

10. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in Teilbereichen oder aber in der gesamten Vorrichtung eine Ultraschall-Überlagerung vorgesehen wird, die den Umformprozeß unterstützt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzliches Werkzeugelement adaptiert ist, welches mechanisch, hydraulisch oder pneumatisch gesteuert wird und eine vorzugsweise axial zum Werkstück gerichtete Wirkbewegung ausführt, um am Werkstück durch direkten metallischen Kontakt eine axiale Fließbehinderung zu bewirken.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

